



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08106749 A**(43) Date of publication of application: **23.04.96**

(51) Int. Cl

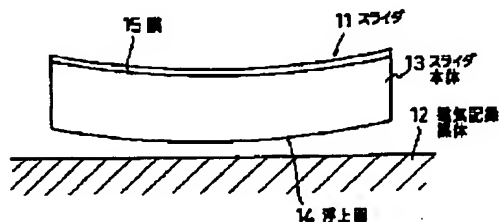
G11B 21/21(21) Application number: **06239951**(22) Date of filing: **04.10.94**(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(72) Inventor: **KAMEYAMA MASAKI
IGAKI SEIGO
ASAUCHI YOSHIMICHI**(54) **SLIDER AND MAGNETIC DISK DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a slider in which a floating surface can be formed easily in an arbitrary circular surface.

CONSTITUTION: A slider is floated at a fine clearance from a rotating magnetic recording medium and conducts the read/write of data to the magnetic recording medium, and a magnetic disk device uses the slider. A film 15 having a thermal expansion coefficient different from the thermal expansion coefficient of a slider body 13 at a temperature higher than the operating temperature of a slider 11 is formed on a surface on the reverse side of a floating surface 14 facing a magnetic recording medium 12 in the slider body 13.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-106749

(43)公開日 平成8年(1996)4月23日

(51)Int.Cl.⁶

G11B 21/21

識別記号

101 K

庁内整理番号

9294-5D

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願平6-239951

(22)出願日 平成6年(1994)10月4日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 亀山 正毅

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 井垣 誠吾

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 浅内 良道

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

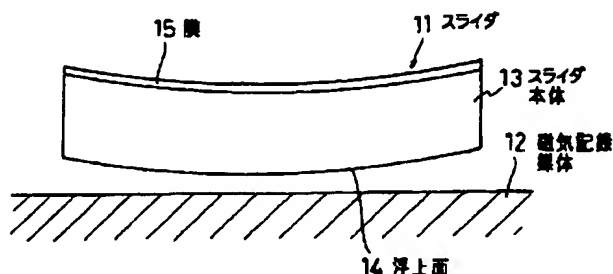
(54)【発明の名称】 スライダおよび磁気ディスク装置

(57)【要約】

【目的】 回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダ及びこのスライダを用いた磁気ディスク装置に関し、浮上面を容易に任意の円弧面とすることができるスライダを提供することを目的とする。

【構成】 スライダ本体13の磁気記録媒体12と対向する浮上面14と反対側の面に、スライダ11の動作温度よりも高い温度のもとで、スライダ本体13の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜15を形成する。

第1の発明の原理図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、

スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、前記スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、前記スライダ本体の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜が形成されてなることを特徴とするスライダ。

【請求項2】 回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の両側部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、

スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、前記スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の膜が形成されてなることを特徴とするスライダ。

【請求項3】 前記膜は、前記スライダ本体浮上面に形成されたレール部の背面に形成されてなることを特徴とする請求項2記載のスライダ。

【請求項4】 前記膜のうち、前記スライダ本体に設けられた磁気ヘッド素子近傍の膜の熱膨張率は、前記スライダ本体の熱膨張率より小さく、

他の部分の膜の熱膨張率は、前記スライダ本体の熱膨張率より大きくしたことを特徴とする請求項2又は3に記載のスライダ。

【請求項5】 回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の中央部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、

スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面上に、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率で、前記磁気ヘッド素子が設けられている面側の辺の両側部から、前記磁気ヘッド素子が設けられている面と反対側の面側の辺の中央部に向かって延出するV字形の膜が形成されてなることを特徴とするスライダ。

【請求項6】 前記磁気ヘッド素子が設けられている面と対向する面側の辺に沿って、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の膜が形成されてなることを特徴とする請求項5記載のスライダ。

【請求項7】 回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の中央部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、

スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、スライダ本体の記録媒体との対向面に形成されたレール部と対向するように形成され、スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の第1の膜と、

スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、面の略中央部から前記磁気ヘッド素子が設けられている面側の辺に向かって延出し、スライダ本体

の熱膨張率より小さな熱膨張率の第2の膜と、が設けられたことを特徴とするスライダ。

【請求項8】 回転する磁気記録媒体、該磁気記録媒体の記録面上に微小間隔をもって浮上し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダ、該スライダを前記記録媒体の所望のトラック上に移動させるアクチュエータを具備する磁気ディスク装置において、

前記スライダのスライダ本体の磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、前記スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、前記スライダ本体の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜が形成されてなることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダ及びこのスライダを用いた磁気ディスク装置に関する。

【0002】 一般に、磁気ディスク装置はCSS(コンタクト・スタート・ストップ)と呼ばれる手法で、スライダを浮上させている。これは、磁気記録媒体の回転と共に、ヘッドが浮上し、磁気記録媒体停止時にはスライダは媒体上に接触停止している。スライダの浮上面は平面、平滑であるので、長期間磁気記録媒体上に接触停止していると「吸着」と呼ばれる静摩擦係数の急増を引き起こす恐れがある。これを防止するため、磁気記録媒体の表面上に「テクスチャ」と呼ばれる凹凸を形成し、スライダの「吸着」を防止している。

【0003】 しかし、近年磁気ディスク装置の大容量化が進み、記録密度を上げるため、スライダの電磁変換素子と磁気記録媒体の記録層との間隔(以下、スペーシングという)を小さくすることがなされている。よって、磁気記録媒体の表面を平滑にすることが必要となり、前述の「テクスチャ」を用いてスライダの吸着を防止する手法が採れなくなっている。

【0004】 このような問題点を解決する手段として、浮上面にクラウンを形成し、「吸着」を防止するスライダが提案されている。

【0005】

【従来の技術】 図25は特開平6-131622号公報に記載されたスライダの斜視図、図26は図25におけるA-A断面図、図27は図25におけるB-B断面図、図28は図25に示すスライダの製造方法を説明する図である。

【0006】 図25において、スライダ1の浮上面2の両サイドには、浮力を発生するレール部3が形成されている。レール部3の形状は、図26及び図27に示すように、スライダ1の長手方向、幅方向にそれぞれ磁気記録媒体方向に凸の円弧面(クラウン)形状となっている。

【0007】 次に、上記構成のスライダの製造方法を図

28を用いて説明する。5は波形円弧状の溝6が形成された研磨プレートである。スライダ1のレール部3を研磨プレート5の溝6に押しつけながら矢印方向に摺動させることにより、レール部3にスライダ1の長手方向及び幅方向に円弧面が形成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記構成のスライダにおいては、下記のような問題点がある。

(1) 前述のスライダの円弧面形状は、スライダ1の研磨プレート5への押し付け力、摺動速度、研磨プレート5の摩耗度等により変化し、制御が非常に難しい。よって、個々のスライダで円弧面形状がばらつき、スライダのリード/ライト特性がばらつきやすい。

【0009】(2) 円弧面形状は研磨プレート5の波形円弧状の溝6に依存するので、容易に所望の円弧面形状を選択できない。本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、浮上面を容易に任意の円弧面とすることができるスライダを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は第1の発明の原理図である。図において、11は回転する磁気記録媒体12に微小間隔をもって浮上し、磁気記録媒体12に対してデータのリード/ライトを行なうスライダである。スライダ本体13の磁気記録媒体と対向する浮上面14と反対側の面には、スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、スライダ本体13の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜15が形成されている。

【0011】第2の発明は、回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の両側部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、前記スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の膜を形成したものである。

【0012】磁気ヘッド素子の磁気記録媒体との間隔が広くなりすぎるのを防止するために、前記膜は、前記スライダ本体の浮上面に形成されたレール部の背面に形成することが望ましく、又、前記膜のうち、前記スライダ本体に設けられた磁気ヘッド素子近傍の膜の熱膨張率は、前記スライダ本体の熱膨張率より小さく、他の部分の膜の熱膨張率は、前記スライダ本体の熱膨張率より大きくすることが望ましい。

【0013】第3の発明は、回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の中央部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面上に、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率で、前記磁気ヘッド素子が設けられている面側の辺の両側部から、前

記磁気ヘッド素子が設けられている面と反対側の面側の辺の中央部に向かって延出するV字形の膜を形成したものである。

【0014】又、ヘッド突出量を増す時、又、膜の厚さが薄い場合、前記磁気ヘッド素子が設けられている面と対向する面側の辺に沿って、前記スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の膜を形成することが望ましい。

【0015】第4の発明は、回転する磁気記録媒体に微小間隔をもって浮上し、側面の中央部に磁気ヘッド素子を有し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダにおいて、スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、スライダ本体の記録媒体との対向面に形成されたレール部と対向するように形成され、スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率の第1の膜と、スライダ本体の前記磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、面の略中央部から前記磁気ヘッド素子が設けられている面との辺に向かって延出し、スライダ本体の熱膨張率より小さな熱膨張率の第2の膜とを設けたものである。

【0016】第5の発明は、回転する磁気記録媒体、該磁気記録媒体の記録面上に微小間隔をもって浮上し、前記磁気記録媒体に対してデータのリード/ライトを行なうスライダ、該スライダを前記記録媒体の所望のトラック上に移動させるアクチュエータを具備する磁気ディスク装置において、前記スライダのスライダ本体の磁気記録媒体と対向する浮上面と反対側の面に、前記スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、前記スライダ本体の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜が形成されたものである。

【0017】

【作用】第1の発明のスライダにおいて、スライダ本体13の磁気記録媒体12と対向する浮上面14と反対側の面に、スライダの動作温度よりも高い温度のもとで、スライダ本体13の熱膨張率と異なる熱膨張率の膜15を形成する場合、次の2つの場合がある。

【0018】(1) 膜15の熱膨張率がスライダ本体13の熱膨張率より大きな場合

膜15の収縮量がスライダ本体13の収縮量より大きく、浮上面14が磁気記録媒体12に対して凸となる。

【0019】(2) 膜15の熱膨張率がスライダ本体13の熱膨張率より小さな場合

膜15の収縮量がスライダ本体13の収縮量より小さく、浮上面14が磁気記録媒体12に対して凹となる。

【0020】このように、膜15を設けたことにより、スライダ11の動作温度では、浮上面14は湾曲し、スライダの磁気記録媒体への吸着が防止される。又、膜15の成膜条件(膜厚、温度、膜材質)を選ぶことにより、浮上面14を容易に任意の円弧面とすることができる。

【0021】ここで、図2に示す構成のスライダについて、考察を行なう。図2(a)に示すように、温度200℃の

もとで、材質が $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ のスライダ本体 13 に Ti の膜 15 を形成し、その後スライダ動作温度である 23°C まで冷却した場合で説明を行なう。

【0022】 $T_1=200^\circ\text{C}$ の時の膜 15、スライダ本体 13 の長さを l_0 とし、それぞれの厚さを t_1, t_2 、熱膨張率を α_1, α_2 とする。 $T_2=23^\circ\text{C}$ に冷却した際の膜 15 の収縮量を λ_1 、スライダ本体 13 の収縮量を λ_2 とする。

【0023】 膜 15 とスライダ本体 13 を分離して考えると、

$$\lambda_1 = l_0 \alpha_1 (T_1 - T_2)$$

$$\lambda_2 = l_0 \alpha_2 (T_1 - T_2)$$

$\alpha_1 > \alpha_2$ であるので、 $\lambda_1 > \lambda_2$ となり、図 2 (b) のように、膜 15 とスライダ本体 13 とを結合して考えると、結合面出の収縮量を λ とすると、 $\lambda_1 > \lambda > \lambda_2$ となり、膜 15 内部には引っ張り応力が、スライダ本体 13 内部には圧縮応力が発生する。

【0024】 次に、図 3 を用いて、膜 15 及びスライダ本体 13 内部に発生する応力を考察する。各々を分離すると、図 3 (a) に示すように、膜 15 には引っ張り力 P_1 が、スライダ本体 13 には圧縮力 P_2 が作用している。

【0025】 この時の内部の応力分布は、図 3 (b) に示すように、膜 15 においてはスライダ本体 13 との結合部で引っ張り応力が最大となり、上面では 0 となる。一方、スライダ本体 13 においては、膜 15 との結合部で最大となり、下面で 0 となる。

【0026】 応力分布が y 方向に対して一次の関数と仮定すると、それぞれの荷重は、以下の様になる。

(1) 膜 15 の場合

【0027】

【数 1】

$$P_1 = b \int_0^{t_1} \sigma_1 dy$$

【0028】 ここで、

$$\sigma_{1max} = (\lambda_1 - \lambda) E_1 / l_0 \quad \sigma_{max} = y \sigma_{1max} / t$$

なので、

【0029】

【数 2】

$$P_1 = \frac{b}{t_1} \sigma_{1max} \int_0^{t_1} y dy$$

$$= \frac{b}{t_1} \sigma_{1max} \frac{1}{2} t_1^2$$

$$= \frac{bt_1}{2} \sigma_{1max}$$

$$= \frac{bt_1(\lambda_1 - \lambda)}{2l_0} E_1$$

【0030】 (2) スライダ本体 13 の場合

【0031】

【数 3】

$$P_2 = b \int_0^{t_2} \sigma_2 dy$$

【0032】 ここで、

$$\sigma_{2max} = (\lambda_2 - \lambda) E_2 / l_0 \quad \sigma_{max} = y \sigma_{2max} / t$$

なので、

【0033】

【数 4】

$$P_2 = \frac{b}{t_2} \sigma_{2max} \int_0^{t_2} y dy$$

$$= \frac{b}{t_2} \sigma_{2max} \frac{1}{2} t_2^2$$

$$= \frac{bt_2}{2} \sigma_{2max}$$

$$= \frac{bt_2(\lambda_2 - \lambda)}{2l_0} E_2$$

20 【0034】 膜 15 とスライダ本体 13 との結合部において、 $P_1 + P_2 = 0$ となる。従って、

$$\{bt_1(\lambda_1 - \lambda)/(2l_0)\}E_1 + \{bt_2(\lambda_2 - \lambda)/(2l_0)\}E_2 = 0$$

$$t_1 E_1 (\lambda_1 - \lambda) + t_2 E_2 (\lambda_2 - \lambda) = 0$$

$$\lambda = (t_1 E_1 \lambda_1 + t_2 E_2 \lambda_2) / (t_1 E_1 + t_2 E_2)$$

となる。

【0035】 今、 $t_2 \gg t_1$ なので、膜 15 のスライダ本体 13 との接続面の長さは、 $l_0 - \lambda_2$ となる。ここで、

$$(r - t_2) : r = l_0 - \lambda : l_0 - \lambda_2$$

$$\therefore r = t_2 \cdot (l_0 - \lambda_2) / (\lambda - \lambda_2)$$

$$30 \quad r : (1/2)(l_0 - \lambda_2) = (1/2)(l_0 - \lambda_2) : h$$

$$\therefore h = (1/4r)(l_0 - \lambda_2)^2$$

$$= (\lambda - \lambda_2)(l_0 - \lambda_2) / (4t_2) \dots (1)$$

(1) 式に以下の数値を代入すると、

$$\alpha_1 = 8.4 \times 10^{-6}$$

$$\alpha_2 = 6.02 \times 10^{-6}$$

$$E_1 = 10850 \quad \text{kgf/mm}^2$$

$$E_2 = 39200 \quad \text{kgf/mm}^2$$

$$l_0 = 2.0 \quad \text{mm}$$

$$T_1 = 200 \quad ^\circ\text{C}$$

$$40 \quad T_2 = 23 \quad ^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 0.05 \quad \text{mm}$$

$$t_2 = 0.5 \quad \text{mm}$$

$$\lambda_1 = 2.974 \times 10^{-3} \quad \text{mm}$$

$$\lambda_2 = 2.131 \times 10^{-3} \quad \text{mm}$$

$$\lambda = 2.154 \times 10^{-3} \quad \text{mm}$$

$$h = (\lambda - \lambda_2)(l_0 - \lambda_2) / (4t_2)$$

$$= (2.154 - 2.131) \times 10^{-3} \cdot (2 - 2.131 \times 10^{-3}) / (4 \times 0.5)$$

$$= 23.0 \times 10^{-6} \quad \text{mm}$$

$$= 23 \quad \text{nm}$$

50 となる。

【0036】第2の発明のスライダにおいて、形成された膜の熱膨張率はスライダ本体の熱膨張率より大きいので、スライダの動作温度のもとでは、スライダは浮上面が凸となるように湾曲し、スライダの磁気記録媒体への吸着を防止する。

【0037】又、膜をレール部の背面に形成することにより、浮上面は二次元的に湾曲する円弧面となる。更に、磁気ヘッドスライダ近傍の膜の熱膨張率をスライダ本体の熱膨張率より小さくしたことにより、磁気ヘッド素子近傍は、磁気記録媒体方向に突出し、磁気記録媒体との間隔が広がらず、スペーシングロスが少なくなる。

【0038】第3の発明のスライダにおいては、スライダ本体の熱膨張率より大きな熱膨張率のV字形の膜を形成したことにより、スライダ本体の磁気ヘッド素子近傍が磁気記録媒体方向に突出するように湾曲し、磁気記録媒体へのスライダの吸着を防止し、更に磁気ヘッド素子のスペーシングロスが少なくなる。

【0039】更に、磁気ヘッド素子が設けられている面と対向する面側の辺に沿っても膜を形成することにより、更に、スライダ本体の磁気ヘッド素子近傍が磁気記録媒体湾曲する。よって、V字形の膜の膜厚が薄いときでも、磁気ヘッド素子のスペーシングロスを少なくすることができる。

【0040】第4の発明のスライダにおいて、第1の膜によりスライダ本体の中央部が磁気記録媒体方向に凸となるように湾曲し、スライダの磁気記録媒体への吸着を防止する。

【0041】更に、第2の膜により磁気ヘッド素子近傍のスライダ本体は磁気記録媒体方向に突出し、磁気ヘッド素子のスペーシングロスが少なくなる。第5の発明の磁気ディスク装置において、スライダは湾曲し、スライダの磁気記録媒体への吸着が防止される。

【0042】

【実施例】次に図面を用いて本発明の実施例を説明する。図5は本発明の第1の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図6は図5においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図、図7は図5に示すスライダを用いた磁気ディスク装置の平面図、図8は図7におけるC-C断面図、図9は図7におけるサスペンションの斜視図である。

【0043】まず、図7から図9を用いて本実施例のスライダが設けられた磁気ディスク装置の全体構成を説明する。これらの図において、20はベースプレート21上に設けられたスピンドルモータ22によって回転駆動される磁気記録媒体としての複数枚(本実施例では3枚)の磁気ディスクである。

【0044】23はベースプレート21上に回転可能に設けられたアクチュエータである。このアクチュエータ23の一方の回転端部には、磁気ディスク20の記録面方向に延出するヘッドアーム24が形成されている。各

ヘッドアーム24の回転端部には、スプリングアーム25を介してスライダ26が設けられている。一方、アクチュエータ23の他方の回転端部には、コイル27が設けられている。

【0045】ベースプレート21上には、磁気回路28が設けられ、磁気回路28の磁気ギャップには、コイル27が設けられている。そして、磁気回路28とコイル27とでムービングコイル型のリニアモータ(VCM:ボイスコイルモータ)が形成されている。そして、これらベースプレート21上に設けられているものは、カバー29で覆われている。

【0046】次に、上記構成の磁気ディスク装置の作動を説明する。磁気ディスク20が停止している時には、スライダ26は磁気ディスク20の退避ゾーンに接触停止している。

【0047】次に、磁気ディスク20がスピンドルモータ22によって、高速回転駆動されると、この磁気ディスク20の回転による発生する空気流によって、スライダ26は微小間隔をもって浮上する。

【0048】コイル27に電流を流すと、磁気回路28の磁気ギャップに配設されているコイル27には推力が発生すると、アクチュエータ23が回転し、スライダ26を磁気ディスク20の所望のトラック上に移動させ、データのリード/ライトを行なう。

【0049】次に、スプリングアーム25に設けられているスライダ26の説明を図5及び図6を用いて行なう。これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。

【0050】図5において、スライダ26は、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (線膨張係数: 6.02×10^{-6})のスライダ本体30と、スライダ本体30の浮上面31と反対側の面全体にスライダ本体より熱膨張率の高いTi(線膨張係数: 8.4×10^{-6})の膜32が形成されている。この膜32は、200℃の雰囲気中でスパッタリング法で形成した。

【0051】スライダ本体30の浮上面31にの両サイドには、浮上力を発生するレール部31aが形成されている。又、スライダ本体30の前端面には、空気流を取り入れる傾斜面31bが形成され、後端面の両サイドには、磁気ヘッド素子33が2つ設けられている。尚、この2つの磁気ヘッド素子33のうち実際に使用されるのは、1つである。

【0052】そして、膜32は200℃の雰囲気内で形成されているので、スライダ動作温度まで低下すると、膜32の線膨張率の方がスライダ本体30より大きいことにより、図6に示すように、スライダ本体30の浮上面31側が磁気ディスク20方向に凸の略球面状に湾曲する。

【0053】よって、磁気ディスク20が停止している時、スライダ26と磁気ディスク20との接触面積は少なくなるので、「吸着」を防止することができる。又、

膜32の厚さ、成膜温度を制御することで、スライダ本体30の所望の湾曲度を得ることができる。

【0054】更に、膜の材質及びスライダ本体の材質を選択することにより、スライダ本体の所望の湾曲度を得ることができる。次に、図10及び図11を用いて本発明の第2の実施例を説明する。図10は本発明の第2の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図11は図10においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第1の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0055】上記第1の実施例では、スライダ本体30は幅方向にも湾曲し、後端面の両サイドに設けられた磁気ヘッド素子33は、磁気ディスク20との間隔が広がる(スペーシングクロス)問題点がある。

【0056】第1の実施例では、膜32をスライダ本体30の浮上面31と反対側の面全体に形成したが、図10に示すように、本実施例の膜40は、スライダ本体30の浮上面31と反対側の面でレール部31aと対向する部分にのみ形成した。

【0057】上記構成によれば、スライダ動作温度では、図11に示すように、湾曲はスライダ本体30の長手方向のみとなり、幅方向には湾曲しない。よって、磁気ヘッド素子33のスペーシングロスを少なくすることができる。

【0058】次に、図12及び図13を用いて本発明の第3の実施例を説明する。図12は本発明の第3の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図13は図12においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第1の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0059】第1の実施例では、膜32をスライダ本体30の浮上面31と反対側の面全体に形成したが、本実施例も膜をスライダ本体30の浮上面31と反対側の面全体に形成する点では同一であるが、図12に示すように、磁気ヘッド素子近33傍には、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (線膨張係数: 6.02×10^{-6})のスライダ本体30の熱膨張率より小さなMo(線膨張係数: 4.9×10^{-6})の第2の膜46を形成し、他の部分はスライダ本体30の熱膨張率より大きなTi(線膨張係数: 8.4×10^{-6})の第1の膜45を形成した。

【0060】具体的には、長手方向において、後端面より1/3に相当する領域は第2の膜46を、他の2/3に相当する領域は第1の膜45を形成した。上記構成によれば、スライダ動作温度では、図13に示すように、磁気ヘッド素子33近傍は、磁気ディスク20方向に突出し、磁気ヘッド素子33のスペーシングロスを少なくすることができる。

【0061】次に、図14及び図15を用いて本発明の第4の実施例を説明する。図14は本発明の第4の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図15は図14においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第2の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0062】第2の実施例では、膜40をスライダ本体30の浮上面31と反対側の面でレール部31aに対向するように形成したが、本実施例も膜をスライダ本体30の浮上面31と反対側の面にレール部31aと対向するように形成する点では同一であるが、図14に示すように、磁気ヘッド素子近33傍には、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (線膨張係数: 6.02×10^{-6})のスライダ本体30の熱膨張率より小さなMo(線膨張係数: 4.9×10^{-6})の第2の膜49を形成し、他の部分はスライダ本体30の熱膨張率より大きなTi(線膨張係数: 8.4×10^{-6})の第1の膜48を形成した。

【0063】具体的には、長手方向において、後端面より1/3に相当する領域は第2の膜49を、他の2/3に相当する領域は第1の膜48を形成した。上記構成によれば、スライダ動作温度では、図15に示すように、磁気ヘッド素子33近傍は、磁気ディスク20方向に突出し、磁気ヘッド素子33のスペーシングロスを少なくすることができる。

【0064】次に、図16を用いて本発明の第5の実施例を説明する。図16は本発明の第5の実施例を説明する図で、(a)は側面図、(b)は右側面図である。本実施例と第1の実施例と同一部分には同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0065】本実施例と第1の実施例との相違点は、磁気ヘッド素子50である。第1の実施例の磁気ヘッド素子33はスライダ本体30の後端面の両サイドに設けられていたが、本実施例の磁気ヘッド素子50はスライダ本体30の後端面の中央部に設けられている。

【0066】よって、膜32を成膜後、スライダ動作温度に低下すると、第1の実施例と同様に、スライダ本体30の浮上面31側が磁気ディスク20方向に凸の略球面状に湾曲する。

【0067】しかし、磁気ヘッド素子50がスライダ本体30の後端面の中央部に設けられているので、スペーシングロスを少なくすることができる。次に、図17及び図18を用いて本発明の第6の実施例を説明する。図17は本発明の第6の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図18は図17においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第5の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0068】第5の実施例では、膜32をスライダ本体

30の浮上面31と反対側の面全体に形成した。しかし、本実施例では、スライダ本体30の浮上面31と反対側の面に、前端面を除いた3つの辺に沿って略コ字形の膜51を形成した。尚、膜51の熱膨張率はスライダ本体30の熱膨張率よりも大きく設定した。

【0069】上記構成によれば、第5の実施例と同様に、スライダ動作温度では、図19に示すように、磁気ヘッド素子50近傍は、磁気ディスク20方向に突出し、磁気ヘッド素子50のスペーシングロスを少なくすることができる。又、本実施例では、スライダ本体30の必要最低限の箇所のみを湾曲させるように、膜51を形成したことにより、膜の消費量を第5の実施例に比べて少なく抑えることができる。

【0070】次に、図19及び図20を用いて本発明の第7の実施例を説明する。図19は本発明の第7の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図20は図19においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第5の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0071】本実施例においては、スライダ本体30の浮上面と反対側の面上に、磁気ヘッド素子が設けられている面(後端面)側の辺の両側部から、磁気ヘッド素子が設けられている面と反対側の面(前端面)側の辺の中央部に向かって延出するV字形の膜53を形成したものである。尚、膜53の熱膨張率はスライダ本体30の熱膨張率よりも大きく設定した。

【0072】上記構成によれば、スライダ動作温度まで低下すると、図19において矢印F方向の引っ張り応力が発生する。この引っ張り応力Fをスライダ本値30の幅方向と長手方向に分解すると、各分力は、スライダ本体30を長手方向及び幅方向に湾曲させる。よって、スライダ本体30は磁気ディスク20に対して凸に湾曲し、幅方向に分力により、磁気ヘッド素子50は磁気ディスク20方向に突出し、スペーシングロスが少なくなる。

【0073】次に、図21及び図22を用いて本発明の第8の実施例を説明する。図21は本発明の第8の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図22は図21においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第7の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0074】本実施例と第7の実施例との相違点は、スライダ本体30の浮上面と反対側の面上に後端面に沿って、スライダ本体30の熱膨張率より大きな熱膨張率の第2の膜55を設けた点である。

【0075】上記構成によれば、第2の膜55を設けた

ことにより、第7の実施例の効果に加え、磁気ヘッド素子50の突出量を増すことができ、更に、磁気ヘッド素子50突出量が第7の実施例と同一な場合には、膜の厚さを薄くすることができる。

【0076】最後に、図23及び図24を用いて本発明の第9の実施例を説明する。図23は本発明の第9の実施例の膜成形時のスライダを説明する図、図24は図23においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図で、これらの図において、(a)は平面図、(b)は正面図、(c)は右側面図である。尚、本実施例において、第8の実施例と同一部分には、同一符号を付し、それらの説明は省略する。

【0077】スライダ本体30の浮上面31と反対側の面に、スライダ本体30のレール部31aと対向するように形成され、スライダ本体30の熱膨張率より大きな熱膨張率の第1の膜60と、スライダ本体30の浮上面31と反対側の面に、面の略中央部から磁気ヘッド素子50aが設けられている面(後端面)との辺に向かって延出し、スライダ本体30の熱膨張率より小さな熱膨張率の第2の膜61とを設けている。

【0078】更に、第2の膜61の側部には、スライダ本体30にスリット63が形成されている。上記構成によれば、スライダ動作温度まで温度が低下すると、第1の膜60によりスライダ本体30の中央部が磁気ディスク20方向に凸となるように湾曲し、スライダ26の磁気記録媒体への吸着を防止する。

【0079】更に、第2の膜61により磁気ヘッド素子50近傍のスライダ本体30は磁気ディスク20方向に突出し、磁気ヘッド素子50のスペーシングロスが少なくなる。

【0080】尚、本実施例において、スリット63は必ずしも必要ではないが、スリット63を形成することにより、磁気ヘッド素子50の磁気ディスク20方向への突出量は大きくなる。

【0081】更に、上記各実施例において、スライダ本体の材質が $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (線膨張係数: 6.02×10^{-6})である場合、これより熱膨張係数が大きな材質としては、Ti以外に下記のような材質でもよい。

【0082】 Al (23.6×10^{-6})、 Ca (22.3×10^{-6})、 Co (13.8×10^{-6})、 C (16.5×10^{-6})、 Au (14.2×10^{-6})、 In (33.0×10^{-6})、 Fe (11.76×10^{-6})、 Mg (27.1×10^{-6})、 Ni (13.3×10^{-6})、 Pt (8.9×10^{-6})、 Ag (19.65×10^{-6})、 Zn (39.7×10^{-6})、 Mn (22.0×10^{-6})

又、上記各実施例において、スライダ本体の材質が $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ (線膨張係数: 6.02×10^{-6})である場合、これより熱膨張係数が小さな材質としては、Mo以外に下記のような材質でもよい。

【0083】

Os (4.6×10^{-6})、 W (4.6×10^{-6})、 Zr (5.85×10^{-6})、

【0084】

【発明の効果】以上述べたように第1の発明によれば、スライド本体の浮上面と反対側の面にスライド本体と熱膨張率の異なる膜をスライド動作温度より高い温度のもとで形成することにより、スライド動作温度では、スライド本体が湾曲し、スライドの吸着を防止することができる。そして、スライド本体の材質、厚さと膜の材質、膜厚及び成膜温度を選択することにより、スライド本体の湾曲度を自由に選択することができる。

【0085】第2の発明のスライドによれば、形成された膜の熱膨張率はスライド本体の熱膨張率より大きいので、スライドの動作温度のもとでは、スライドは浮上面が凸となるように湾曲し、スライドの磁気記録媒体への吸着を防止する。

【0086】又、膜をレール部の背面に形成することにより、浮上面は二次元的に湾曲する円弧面となる。更に、磁気ヘッドスライド近傍の膜の熱膨張率をスライド本体の熱膨張率より小さくしたことにより、磁気ヘッド素子近傍は、磁気記録媒体方向に突出し、磁気記録媒体との間隔が広がらず、スペーシングロスが少なくなる。

【0087】第3の発明のスライドによれば、スライド本体の熱膨張率より大きな熱膨張率のV字形の膜を形成したことにより、スライド本体の磁気ヘッド素子近傍が磁気記録媒体方向に突出するように湾曲し、磁気記録媒体へのスライドの吸着を防止し、更に磁気ヘッド素子のスペーシングロスが少なくなる。

【0088】更に、磁気ヘッド素子が設けられている面と対向する面側の辺に沿っても膜を形成することにより、更に、スライド本体の磁気ヘッド素子近傍が磁気記録媒体湾曲する。よって、V字形の膜の膜厚が薄いときでも、磁気ヘッド素子のスペーシングロスを少なくすることができる。

【0089】第4の発明のスライドによれば、第1の膜によりスライド本体の中央部が磁気記録媒体方向に凸となるように湾曲し、スライドの磁気記録媒体への吸着を防止する。

【0090】更に、第2の膜により磁気ヘッド素子近傍のスライド本体は磁気記録媒体方向に突出し、磁気ヘッド素子のスペーシングロスが少なくなる。第5の発明の磁気ディスク装置によれば、スライドは湾曲し、スライドの磁気記録媒体への吸着が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の原理図である。

【図2】図1における作動を説明する図である。

【図3】図1における作動を説明する図である。

【図4】図1における作動を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図6】図5においてスライド動作温度でのスライドを

説明する図である。

【図7】図5に示すスライドを用いた磁気ディスク装置の平面図である。

【図8】図7におけるC-C断面図である。

【図9】図7におけるサスペンションの斜視図である。

【図10】本発明の第2の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図11】図10においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図12】本発明の第3の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図13】図12においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図14】本発明の第4の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図15】図14においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図16】本発明の第5の実施例のスライドを説明する図である。

【図17】本発明の第6の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図18】図17においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図19】本発明の第7の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図20】図19においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図21】本発明の第8の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図22】図21においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図23】本発明の第9の実施例の膜成形時のスライドを説明する図である。

【図24】図23においてスライド動作温度でのスライドを説明する図である。

【図25】特開平6-131622号公報に記載されたスライドの斜視図である。

【図26】図25におけるA-A断面図である。

【図27】図25におけるB-B断面図である。

【図28】図25に示すスライドの製造方法を説明する図である。

【符号の説明】

11 スライド

12 磁気記録媒体

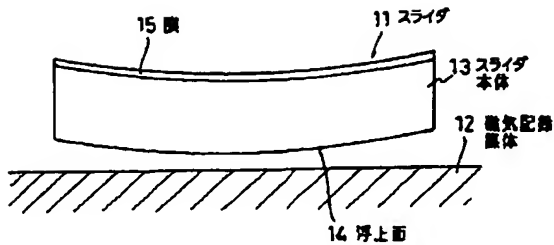
13 スライド本体

14 浮上面

15 膜

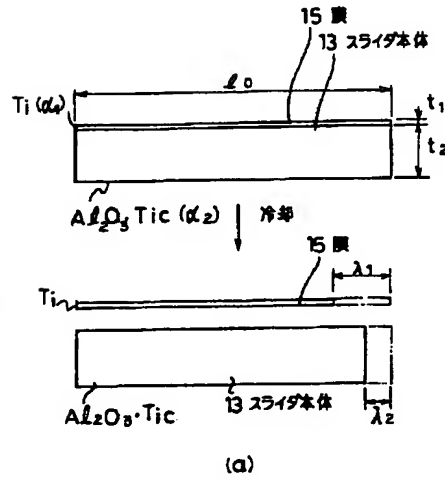
【図1】

第1の発明の原理図



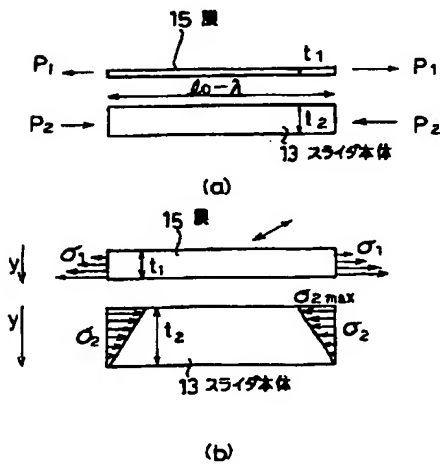
【図2】

図1における作動を説明する図



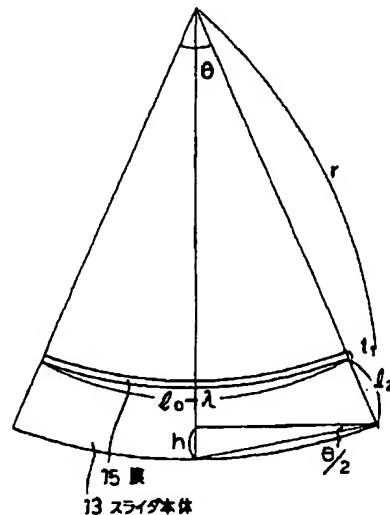
【図3】

図1における作動を説明する図



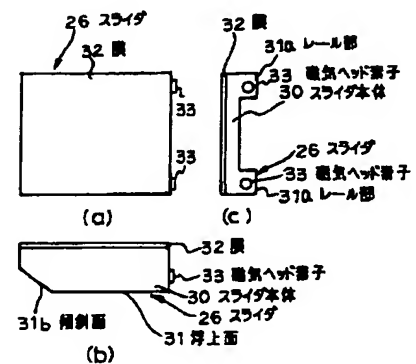
【図4】

図1における作動を説明する図



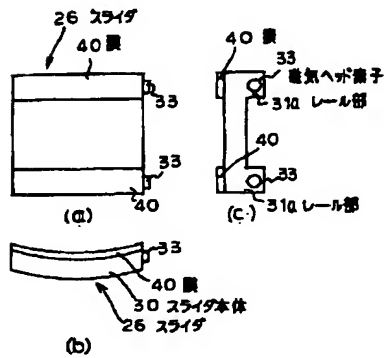
【図5】

本発明の第1の実施例の膜形成時のスライドを説明する図



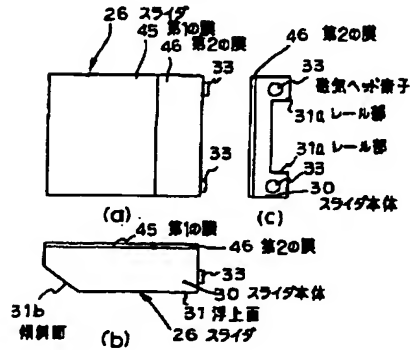
【図11】

図10においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



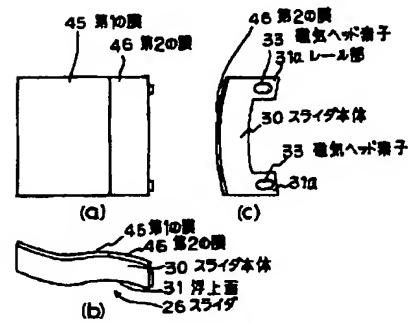
【図12】

本発明の第3の実施例の膜形成時のスライダを説明する図



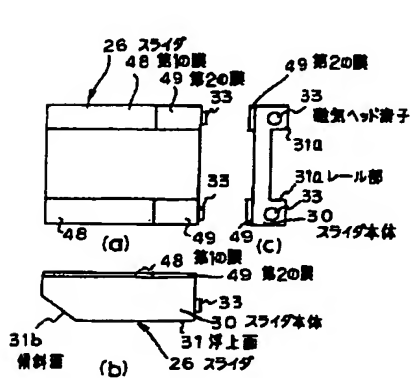
【図13】

図12においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



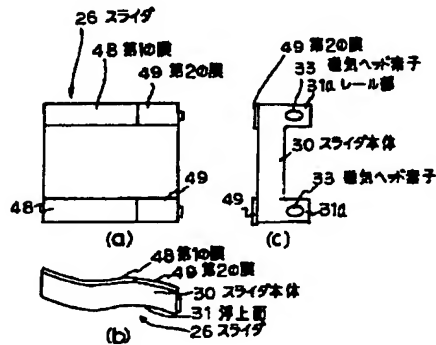
【図14】

本発明の第4の実施例の膜形成時のスライダを説明する図



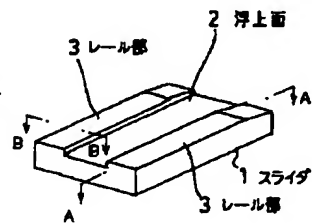
【図15】

図14においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



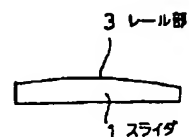
【図25】

特開平6-131622号公報に記載されたスライダの斜視図



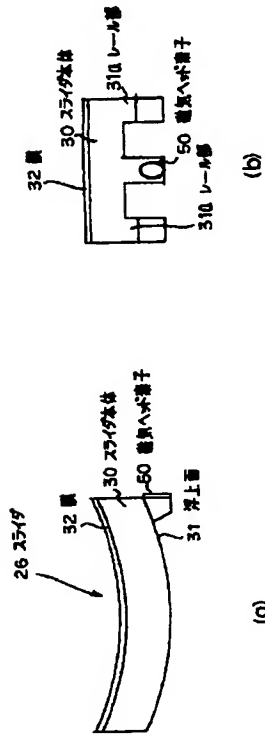
【図26】

図25におけるA-A断面図



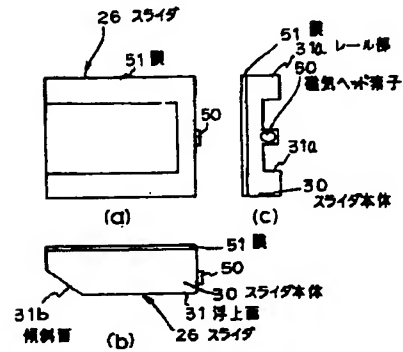
【図16】

本発明の第5の実施例のスライダを説明する図



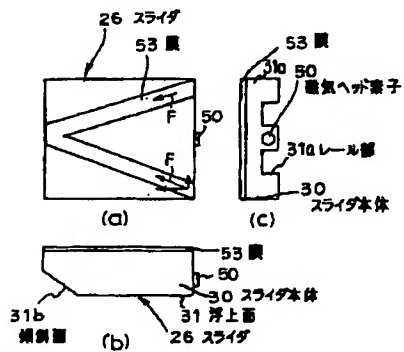
【図17】

本発明の第6の実施例の膜形成時のスライダを説明する図



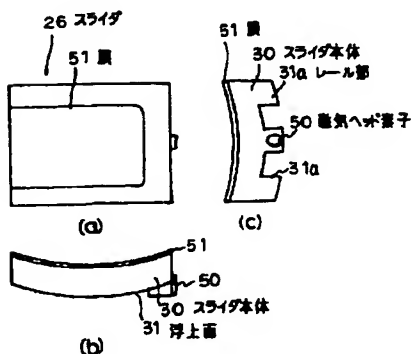
【図19】

本発明の第7の実施例の膜形成時のスライダを説明する図



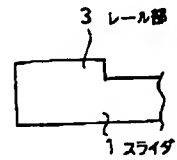
【図18】

図17においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



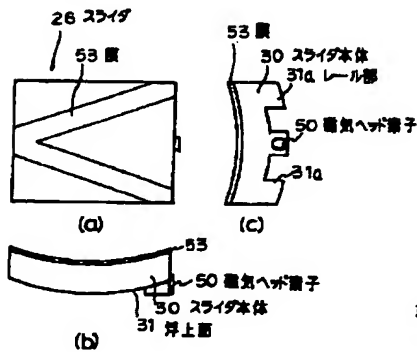
【図27】

図25におけるB-B断面図



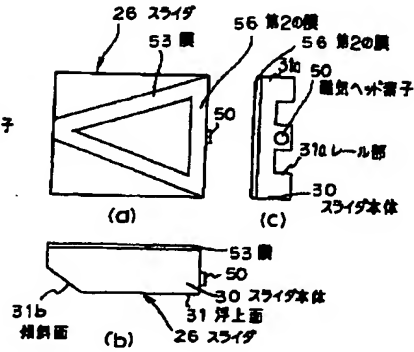
【図20】

図19においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



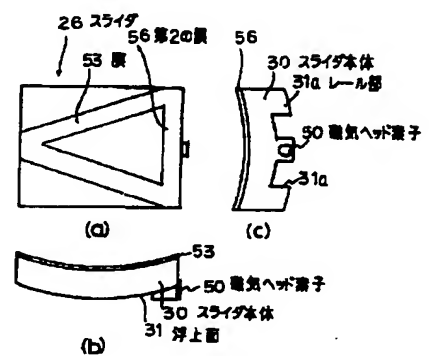
【図21】

本発明の第8の実施例の膜形成時のスライダ 図21においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



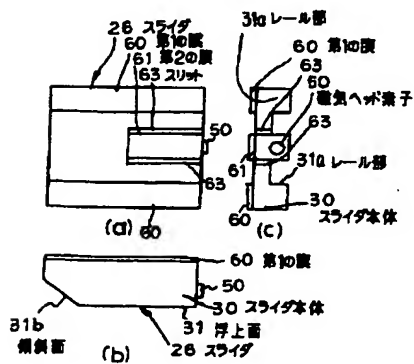
【図22】

図21においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



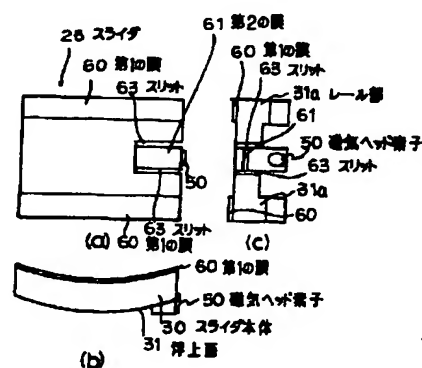
【図23】

本発明の第9の実施例の膜形成時のスライダを説明する図



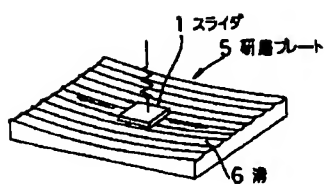
【図24】

図23においてスライダ動作温度でのスライダを説明する図



【図 2 8】

図 25 に示す スライド の 製 造 方 法 を 説 明 す る 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)